

# GIS 技术在水利工程信息化建设中的应用研究

秦培璐

612723\*\*\*\*\*2416

**摘要：**随着信息技术的飞速发展，水利工程信息化建设已成为提升水资源管理现代化水平、保障水安全、促进水利可持续发展的关键路径。地理信息系统（GIS）技术，凭借其强大的空间数据采集、管理、分析、模拟与可视化能力，在水利工程信息化建设中扮演着日益重要的角色。本文系统概述了 GIS 技术的基本原理与技术体系，并重点探讨了其在水利工程领域的六大核心应用方向：水资源综合管理、水利设施全生命周期管理、洪水预警与灾害评估、灌溉系统精细化管理、水环境动态监测与保护，以及防洪工程科学规划与模拟。通过分析具体的技术应用路径与实例，论述了 GIS 技术在整合多源数据、构建决策支持平台、提升管理效率与应急响应能力方面的显著优势。最后，文章对当前技术应用实践中存在的挑战进行了总结，并对未来发展趋势进行了展望，以期为推动 GIS 技术与水利工程的深度融合、加速智慧水利建设提供参考。

**关键词：**地理信息系统（GIS）；水利工程；信息化建设；水资源管理；洪水预警；空间分析

**DOI：**10.69979/3060-8767.26.03.018

## 引言

水资源是国家经济社会发展的基础性、战略性资源。水利工程作为调控水资源时空分布、防御水旱灾害、优化水生态环境的核心手段，其建设与管理水平直接关系到国计民生。在传统模式下，水利工程管理往往面临数据分散、信息孤岛、决策依赖经验、响应滞后等问题。当前，以物联网、大数据、云计算和人工智能为代表的新一代信息技术正驱动各行业深刻变革，水利行业的信息化、智能化转型亦势在必行。水利工程信息化建设的核心目标，在于通过信息技术手段，实现水文、气象、工程、社会经济等多源信息的系统集成、动态分析与智能应用，从而构建起感知全面、分析精准、决策科学、调度智能的现代化水利管理体系。

在众多技术中，地理信息系统（Geographic Information System, GIS）因其独特的空间信息处理能力，成为连接物理世界与数字世界、整合水利全要素数据、构建可视化决策环境的关键技术纽带。GIS 不仅能够将水利工程相关的空间要素（如河流水系、流域边界、水库大坝、堤防护岸、灌区渠道等）与属性数据（如水位、流量、水质、工程参数、社会经济数据等）有机关联，更能通过空间分析、模型模拟、三维可视化等功能，为水利规划、设计、建设、运行、维护及应急管理各个环节提供强大的技术支持。因此，深入研究 GIS 技术在水利工程信息化建设中的应用，对于提升我国水治理

体系与治理能力现代化具有重要的理论价值与现实意义。

## 1 GIS 技术概述

地理信息系统（GIS）是一门集计算机科学、地理学、测绘遥感学、空间科学、环境科学和管理科学于一体的新兴交叉学科与技术系统。其核心在于对与地理位置相关的空间数据进行采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述。一个完整的 GIS 通常由硬件、软件、数据、人员和方法五大要素构成。

在技术功能层面，GIS 具备以下核心能力：一是空间数据管理能力，能够高效组织和管理海量的矢量数据（点、线、面）、栅格数据（遥感影像、数字高程模型 DEM）和属性数据，建立空间拓扑关系；二是空间查询与分析能力，包括缓冲区分析、叠加分析、网络分析、地形分析（如坡度、坡向、流域提取）、三维分析等，能够揭示数据背后的空间规律与联系；三是空间模拟与模型集成能力，GIS 可以作为各类专业水文模型、水力模型、水质模型和水资源管理模型的强大运行平台与前端展示平台，实现模型参数的空间化输入和模拟结果的空间化输出；四是制图与可视化能力，能够生成各种专题地图、三维场景，实现数据与信息的直观、动态表达，辅助决策者理解复杂空间关系。

水利工程是一个典型的空间密集型领域，所有要素和活动都与特定的地理空间位置密不可分<sup>[1]</sup>。从宏观的

流域规划到微观的工程结构,从静态的工程布局到动态的水流运动,都蕴含着丰富的空间信息。因此,将GIS技术引入水利工程领域,能够有效解决水利信息空间化管理的历史难题,为水利信息化建设提供统一的空间基底和分析框架,是实现水利数据从“可见”到“可懂”、再到“可用”的关键技术跨越。

## 2 GIS 技术在水利工程信息化建设中的具体应用

### 2.1 水资源管理

水资源管理是GIS应用最基础、最广泛的领域。GIS能够集成流域内的降水、蒸发、径流、地下水、土壤墒情等监测数据,以及水利工程分布、取水口、用水户(工业、农业、生活)等空间信息,构建水资源“一张图”。在此基础上,通过空间叠加分析,可以精确核算不同行政区、流域单元的可用水资源量、实际用水量和供需平衡状况,为水资源总量控制与定额管理提供依据。结合水资源配置模型,GIS可以模拟不同来水条件、不同用水情景下的水资源分配方案,并通过空间可视化直观展示缺水区域、水权交易潜力区等,支持跨区域、跨流域的水资源优化调度决策<sup>[2]</sup>。此外,GIS还能辅助进行水源地保护区划定、水资源承载能力评价等工作,为水资源的可持续利用提供科学支撑。

### 2.2 水利设施管理

水利设施(如水库、水闸、泵站、堤防、渠道等)数量众多、分布广泛、管理复杂。GIS技术可用于建立水利设施空间数据库与资产管理系统。每一处设施的地理位置、工程图纸、结构参数、建设年代、安全状况、维护历史、责任单位等信息都可以与其空间位置关联。管理人员通过电子地图即可快速查询、定位任一设施,并调阅其全生命周期档案。在运维阶段,结合物联网传感器实时传回的监测数据(如位移、渗压、应力应变等),GIS平台可以实现设施安全状态的动态监控与预警。当需要进行工程巡检或应急抢险时,GIS的网络分析功能可以提供最优巡检路径或救援物资运输路径。该系统极大地提升了水利设施管理的精细化、动态化和智能化水平,是实现工程安全长效运行的重要保障。

### 2.3 洪水预警系统

洪水预警与灾害评估是GIS发挥空间分析优势的典型场景。系统首先基于高精度DEM数据,利用GIS

的水文分析工具提取流域水系、子流域边界、汇流路径等,构建数字流域模型。然后,集成实时雨量站、水文站监测数据,结合气象预报降雨产品,驱动分布式水文模型(如HEC-HMS、SWAT等)进行洪水预报。GIS在此过程中负责模型参数的空间化率定、预报结果的实时展示。更重要的是,洪水演进模型(如一维、二维水动力学模型)的计算结果(如淹没范围、水深、流速、历时)可以在GIS平台上进行动态可视化模拟,生成洪水风险图。通过与人口、经济、土地利用等承灾体数据进行空间叠加分析,能够快速评估可能造成的淹没损失,为人员转移、物资调配、抢险布防等应急决策提供直接、可视化的依据,显著提升防洪指挥的科学性与时效性<sup>[3]</sup>。

### 2.4 灌溉系统优化

在大型灌区信息化建设中,GIS是核心支撑技术。通过遥感影像解译和地面调查,GIS可以精确绘制灌区边界、渠系网络、田间工程、作物种植结构等空间分布图。结合土壤类型、地下水埋深等数据,GIS可进行灌溉分区。集成气象数据、土壤墒情监测数据,可以构建作物需水模型与灌溉制度模拟模型。GIS平台能够动态计算不同田块的灌溉需水量,并模拟渠系输配水过程。在此基础上,可以优化配水计划,实现按需供水、精准灌溉,提高灌溉水利用效率。同时,GIS还能辅助进行灌区续建配套与节水改造规划,分析渠道衬砌、管道输水等工程措施的空间布局与效益,助力现代化节水型灌区建设。

### 2.5 水环境监测

水环境保护与治理需要掌握污染物在水体中的空间分布与迁移转化规律。GIS可以集成水质自动监测站、手工监测断面、污染源(工业、农业、生活)排污口、污水处理厂等的空间位置与监测数据,形成水环境质量时空分布图。通过空间插值分析,可以模拟污染物浓度的空间连续分布状况。利用GIS的缓冲区分析和叠加分析,可以识别主要污染源的影响范围,追踪污染物的扩散路径,进行污染溯源<sup>[4]</sup>。结合水文水动力模型与水质模型,GIS可以模拟不同污染负荷削减方案下,水体水质(如COD、氨氮、总磷等)的改善效果,为水功能区划管理、入河排污口优化布局、水生态修复工程规划提供定量化、空间化的决策支持。

## 2.6 防洪工程规划

在防洪工程的规划与设计过程中，GIS 提供了强大的空间分析与模拟工具。基于历史灾情数据、洪水模拟结果和地形分析，GIS 可以科学划定不同重现期下的洪水风险区。在规划新的水库、堤防、分蓄洪区时，GIS 可以辅助进行多方案的比选：通过叠加分析，评估不同工程选址对土地利用、生态环境、居民搬迁等的影响；通过工程量计算工具，初步估算不同堤线方案的土石方量；通过淹没模拟，分析水库调洪或分洪后的效果。在河道整治规划中，GIS 可分析河势演变、岸线稳定性，辅助确定清淤疏浚、护岸护滩工程的位置与范围。GIS 的应用使得防洪工程规划从传统经验判断转向基于空间数据的定量分析，提高了规划的科学性和经济性。

## 3 技术应用测试

为确保 GIS 在水利工程信息化应用中发挥实效，构建稳定、可靠、高效的应用系统，必须进行全面的技术应用测试。测试贯穿于系统开发与实施的全过程，主要包括以下几个方面：

一是数据质量测试。水利数据具有多源、异构、时空尺度不一等特点。测试需验证基础地理数据、水利专题数据、实时监测数据、模型数据等的准确性、完整性、一致性和现势性。例如，检查水系拓扑关系是否正确，DEM 数据精度是否满足洪水模拟要求，监测数据接入是否稳定无间断。

二是空间分析功能测试。针对具体的业务需求，测试核心 GIS 分析功能的正确性与效率。例如，测试流域自动提取的准确性、缓冲区分析的容错性、叠加分析的结果逻辑性、空间插值方法的适用性等。对于大型分析任务，还需测试其处理速度是否满足业务响应的时效要求<sup>[5]</sup>。

三是模型集成与模拟测试。这是测试的重点和难点。需要测试水文水动力等专业模型与 GIS 平台的数据接口是否畅通，参数传递是否准确，模拟计算过程是否稳定，以及模拟结果在 GIS 中的渲染与展示是否准确直观。通常需要通过历史典型场次（如某次特大洪水）对模型进行率定与验证，确保模拟结果可靠。

四是系统性能与稳定性测试。在多用户并发访问、海量数据加载、长时间连续运行等压力场景下，测试 GIS 应用平台（如 B/S 或 C/S 架构）的响应速度、承载

能力和稳定性，确保在防汛会商等关键时刻系统能够流畅运行。

五是用户体验与安全性测试。从最终用户（管理、技术、决策人员）角度，测试系统界面友好性、操作便捷性、功能易用性。同时，需测试系统的数据安全、访问权限控制、防攻击能力等。

## 4 结语

GIS 技术以其无可替代的空间信息处理与整合优势，已深度渗透至水利工程信息化建设的各个环节，从宏观的战略规划到微观的工程管理，从常态的业务运行到非常的应急响应，均展现出巨大的应用价值。它不仅是水利信息可视化表达的载体，更是实现多源数据融合、深化专业模型应用、支撑智能决策的核心引擎。通过构建以 GIS 为空间框架的水利信息化平台，能够有效打破信息壁垒，提升水利数据的共享与利用水平，推动水利管理向数字化、网络化、智能化方向转型升级。

然而，当前 GIS 技术在水利领域的深化应用仍面临一些挑战：首先，数据基础仍需夯实，特别是高精度、高时效性的空天地一体化监测数据体系尚待完善，数据标准化与共享机制有待加强；其次，模型与 GIS 的深度融合，特别是复杂水利专业模型的标准化、组件化封装与高性能计算支持，仍需进一步探索；再次，复合型人才缺乏，既懂水利业务又精通 GIS 技术的专业人才不足；最后，如何与云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术更紧密地结合，构建真正的“智慧水利”大脑，是未来发展的关键。

## 参考文献

- [1] 许雅宁. GIS 技术在水利工程信息化建设中的应用研究[J]. 信息与电脑, 2026, 38(02): 94-96.
- [2] 徐敏月. 新时代背景下 GIS 技术在水利工程信息化中的应用[J]. 价值工程, 2024, 43(34): 166-168.
- [3] 王永萌. GIS 技术在新时代水利工程信息化建设中的应用研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(15): 182-184.
- [4] 陈建玲. GIS 技术在新时代水利工程信息化建设中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(12): 112-114.
- [5] 龚春全, 龚诗雯, 贾莉. 聚合通信技术在水利工程信息化建设中的应用研究[J]. 中国农村水利水电, 2024, (04): 165-168+174.